

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta

Institut environmentálního inženýrství

**MOŽNOSTI ZÍSKÁVÁNÍ ŠKROBU
A JEHO VYUŽITÍ**

Bakalářská práce

Autor:

Lucie Kaličiaková

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jaroslav Závada, Ph.D.

Ostrava 2009

Prohlášení

Celou bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).

Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě 30. 4. 2009

Lucie Kaličiaková

Anotace

Bakalářská práce na téma „Možnosti získávání škrobu a jeho využití“ je rozdělena do čtyř základních kapitol. V první kapitole jsou uvedeny fyzikální a chemické vlastnosti škrobu. Druhá kapitola se zabývá výrobou škrobu, tedy respektive získávání škrobu z jednotlivých surovin, jako jsou brambory, kukuřice, pšenice a rýže. Třetí kapitola uvádí zpracování nativního škrobu technologickými postupy na modifikované škroby a technické dextriny. Poslední kapitola uvádí využití výrobků ze škrobu v potravinářském a průmyslovém odvětví.

Klíčová slova: škrob, technické dextriny, modifikovaný škrob, vlastnosti škrobu, bramborový škrob, kukuřičný škrob, rýžový škrob, pšeničný škrob.

Summary

Bachelor's thesis on "The possibility of starch obtaining and its utilization" is divided into four chapters. The first chapter provides physical and chemical properties of starch. The second chapter deals with the production of starch, respectively obtaining starch from various materials, such as potatoes, corn, wheat and rice. The third chapter provides native starch processing technology procedures to modified starches and dextrins technical. The last chapter shows the use of products from starch in the food and industrial sector.

Keywords: starch, technical dextrins, modified starch, starch properties, potato starch, maize starch, rice starch, wheat starch

Obsah

1. ÚVOD.....	1
2. CÍL PRÁCE.....	1
3. ŠKROB	2
3. 1. Fyzikální vlastnosti škrobu	2
3. 1. 1. Mazovatění škrobu	3
3. 1. 2. Retrogradace škrobu.....	4
3. 2. Chemické vlastnosti škrobu	5
3. 2. 1. Tepelné změny škrobu.....	6
3. 2. 2. Reakce škrobu s jódem	6
3. 2. 3. Hydrolyza škrobu	7
4. VÝROBA ŠKROBU	7
4. 1. Bramborový škrob	8
4. 1. 1. Charakteristika brambor	8
4. 1. 2. Výroba bramborového škrobu	8
4. 1. 3. Využití bramborového škrobu	10
4. 2. Pšeničný škrob	11
4. 2. 1. Charakteristika pšenice.....	11
4. 2. 2. Výroba pšeničného škrobu	12
4. 3. Kukuřičný škrob	15
4. 3. 1. Charakteristika kukuřice.....	15
4. 3. 2. Výroba kukuřičného škrobu	16
4. 4. Rýžový škrob	17
4. 4. 1. Charakteristika rýže.....	17
4. 4. 2. Výroba rýžového škrobu	18
5. VÝROBKY ZE ŠKROBU	18
5. 1. Modifikované škroby	19
5. 2. Technické dextriny	20
6. VYUŽITÍ VÝROBKŮ ZE ŠKROBU	23
6. 1. Potravinářský průmysl	23
6. 2. Jiná průmyslová odvětví	24
7. ZÁVĚR	27
8. POUŽITÁ LITERATURA.....	28

1. Úvod

Škrob znali již staří Egypťané, kteří jej získávali z rozdrčené pšenice nebo rýže s vodou a vypíráním vzniklého těsta. Takto vzniklá směs byla používána v kosmetice, medicíně, při úpravě papýru a po rozvaření jako lepidlo. Počátek průmyslové výroby pšeničného škrobu v Evropě spadá do 16. a 17. století. Později v 18. století byl vyráběn škrob z brambor dovezených z Ameriky, kde se již rozvíjela výroba kukuřičného škrobu. Další prudký vývoj výroby škrobu v 19. století byl způsoben rozvojem průmyslové chemie škrobů, tj. zpracování nativního škrobu na širokou škálu výrobků ze škrobu (např. modifikované škroby, škrobové deriváty a technické dextriny).

První škrobárna na výrobu bramborového škrobu na našem území byla vybudována v roce 1810. Před první světovou válkou u nás bylo celkem 190 malých, tzv. rolnických škrobáren. Další vývoj našeho škrobářenského průmyslu zastavila první a druhá světová válka, kdy naše škrobárny ztratily svá odbytiště. Po druhé světové válce došlo k rekonstrukci škrobáren. Po roce 1993 došla první vlna privatizace a transformace škrobářenského průmyslu. Výroba je dnes koncentrována do tří hlavních škrobáren: Amylon a.s., Havlíčkův Brod, Škrobárny Pelhřimov, a.s. a Lyckeby – Amylex a.s.

2. Cíl práce

Bakalářská práce je zaměřena na základní vlastnosti škrobu a jeho získávání z brambor, pšenice, rýže a kukuřice. Z těchto plodin je škrob získáván různými způsoby a technologiemi, které jsou v práci uvedeny zároveň se schématy technologie výroby. Je zde také uvedeno, jak se již získaný a upravený škrob dále zpracovává pro další využití v různých průmyslových i neprůmyslových odvětvích.

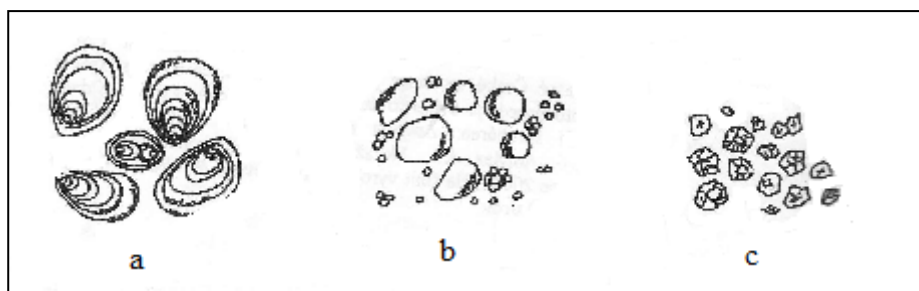
3. Škrob

Škrob řadíme z obecného biochemického hlediska mezi biopolymery. Blíže je charakterizován jako rezervní polysacharid, což je látka tvořící v živých systémech zásobu chemické energie, kterou lze uvolnit jeho odbouráváním. Škrob je uložený ve formě škrobových zrn v různých částech plodin. Zrna v průběhu růstu zaplňují amyloplasty a nabývají specifického tvaru charakteristického pro různé rostliny, podle kterého je možno pod mikroskopem identifikovat jednotlivé druhy škrobu (např. bramborový škrob, pšeničný škrob, kukuřičný škrob) [1].

Škrob je zásobná výživná látka rostlin, kterou potřebují na začátek své vegetace. V největším množství je obsažen v semenech, hlízách a kořenech rostlin. Právě z těchto částí rostlin získáváme škrob. V současnosti se podstatné množství škrobu získává ze zrna (kukuřice, pšenice, rýže, čirok, aj.) a kořenovo-hlízových surovin (brambory). Podle vnějšího vzhledu je čistý škrob sněhobílý sypký prášek, který se skládá z velmi malých zrn. Zvýšená vlhkost a nepřítomnost lepkavých látek zapříčiní tvorbu velkých zrn pravidelnějšího tvaru [3].

3.1. Fyzikální vlastnosti škrobu

Velikost škrobových zrn závisí na druhu plodiny a vnějších vlivů působících na růst plodiny. Bramborový škrob má oválný tvar se zřetelným excentrickým vrstvením a jeho tvar se pohybuje mezi 10 – 80 μm . Pšeničný škrob má tvar kulovitý s mírnými deformacemi. Obsahuje dvě velikostní frakce, a to škrob drobnozrnný s velikostí 2 – 10 μm a velkozrnný s velikostí 10 – 40 μm . Kukuřičný škrob má zrna hranatá s ostře rozeklanou dutinkou a velikost zrna činí 5 – 25 μm (viz obrázek č. 1) [8].



Obrázek č. 1: Tvar škrobových zrn
a-brambory, b-pšenice, c-kukuřice [2]

Vlhkost škrobu je závislá na relativní vlhkosti okolního prostředí. Za normálních podmínek obsahuje obilný škrob 14 % vlhkosti a bramborový škrob 21 % vlhkosti. Z toho 8 – 11 % tvoří pevně vázaná voda krystalická, zbytek je slaběji vázaná fyzikálně adsorbovaná voda a voda meziprostorová. Škrobová zrna jsou ve vodě nerozpustná. Dochází pouze k omezené adsorpci vody a s tím spojenému malému zvětšení objemu zrn [1]. Škrob v horké vodě přijímá vodu a bobtná. Při vyšší teplotě vytváří lepkavý, gelový, škrobový maz. Tento proces se nazývá mazovatění škrobu [5].

3.1.1. Mazovatění škrobu

Při zahřívání suspenze škrobu ve vodě dochází k adsorpci a k mírnému nabobtnání zrn. Až do počáteční teploty mazovatění (cca 60°C) zůstává celistvost škrobových zrn neporušena. Po překročení této teploty začínají zrna prudce zvětšovat svůj objem a uvolněná amylosa difunduje do roztoku. Při dalším zvyšování teploty hydratace pokračuje, nabobtnalá zrna ztrácejí svou integritu (dochází k roztrhávání zrn). Tento proces se nazývá mazovatění. Škrobový maz vzniká uvolňováním amylosy a malého množství amylopektinu do roztoku. U jednotlivých druhů škrobu je průběh mazovatění odlišný (viz tabulka č. 1). Při ochlazování škrobových mazů dochází ke zpětné tvorbě vodíkových vazeb mezi molekulami amylosy a amylopektinu, kdy vzniká (v případě dostatečné koncentrace škrobu) pevná trojrozměrná síť obsahující velké množství

vody, tzv. škrobový gel. Pokud je koncentrace škrobu nižší, vznikají viskózní pasty nebo viskózní koloidní roztoky [10].

Tabulka č. 1: Teploty mazovatění vybraných škrobů [6]

Škrob	Teplota mazovatění (°C)		
	Počáteční	Střední	Konečná
Pšeničný	58	61	64
Kukuřičný	62	67	74
Bramborový	59	64	68
Rýžový	68	74	78

3.1.2. Retrogradace škrobu

Při dlouhotrvajícím stání podléhají škrobové gely, pasty a koloidní roztoky retrogradaci. Retrogradace je proces, kdy dochází k postupným změnám struktury škrobových roztoků a k vylučování nerozpustné sraženiny (např. amylosy). Důvodem je další tvorba intermolekulárních vodíkových vazeb, vedoucí k tvorbě dvoufázového systému pevná látka – kapalina. Na rychlost retrogradace má vliv teplota, pH, obsah anorganických solí, povrchně aktivní látky, apod. Zamrznutím vodních roztoků zapříčiní zrychlení procesu retrogradace. Proces retrogradace lze zabrzdit odstraněním vlhkosti ve škrobu [1].

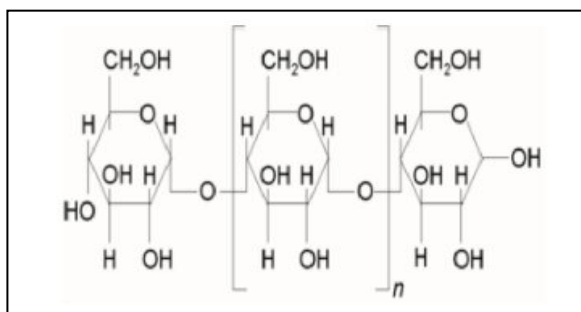
Retrogradace škrobu má za následek stárnutí pekařských výrobků. Tento proces začíná v okamžiku dopečení a chlazení výrobku. U amylosy proběhne retrogradace během

chlazení na pokojovou teplotu a retrogradace amylopektinu vyžaduje mnohem více času [7].

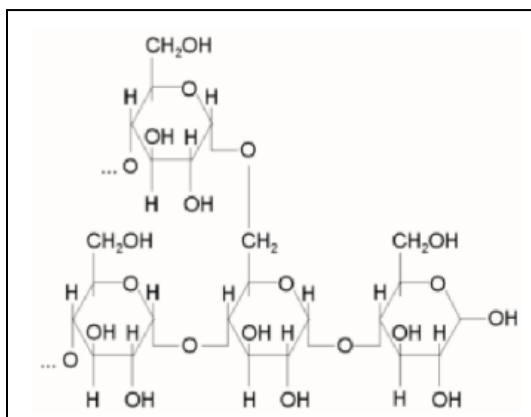
3.2. Chemické vlastnosti škrobu

Ve škrobovém zrně jsou přítomny dvě frakce, a to amylosa a amylopektin, které se liší strukturou svých makromolekul (viz obrázek č. 2 a obrázek č. 3). V případě, že jsou přítomny pouze vazby α -D-(1 \rightarrow 4), vytváří se lineární řetězec amylosy. Většina nativních škrobů obsahuje 20-25% amylosy a 75-80% amylopektinu. Jsou však známy rostliny nebo speciálně vyšlechtěné odrůdy s vysokým obsahem amylosy nebo naopak amylopektinu. Jako příklad lze uvést voskový ječmen či voskovou kukuřici (obsah 5% amylosy) a naopak amyloječmen a amylokukuřice (obsah 60-70% amylosy) [1]. Charakteristickou vlastností amylosy je rozpustnost v horké vodě a naopak její vylučování z vodného roztoku ve formě bílého prášku retrogradací po určité době stání. Při styku s jodem se amylosa zabarví do modra. Amylopektin vytváří s horkou vodou relativně stabilní koloidní roztoky až mazy, které se jodem barví červenofialově [9].

Ve škrobových zrnech se nachází i malé množství nesacharidového charakteru, a to bílkovin, tuků a anorganických látek. Průmyslově vyrobený škrob obsahuje tzv. *stípy*, což jsou nerozpuštěné pevné nečistoty. Počet stípů v technickém škrobu je jakostním ukazatelem komerčního škrobu [1].



Obrázek č. 2: Amylosa [6]



Obrázek č. 3: Amylopektin [6]

3. 2. 1. Tepelné změny škrobu

Škrob, který je zahříván do 120°C se nemění, pouze ztrácí lesk a praská. Pokud se dále zahřívá na teplotu 130°C nabývá nádechu žluté barvy. Při opakovaném zahřívání se zabarvení stupňuje a při 200°C přechází barva do hněda a škrob se mění v dextrin.

3. 2. 2. Reakce škrobu s jódem

Působením roztoku jódu s jodidem draselným na škrobový maz vzniká tmavomodré zbarvení, které mizí při zahřívání a zpátky se objevuje při ochlazení. Tato reakce má dvě stádia. V prvním stádiu probíhá proces tvorby komplexu, který je velmi výrazně vidět při reakci s amylósou a s rozvětvenými molekulami amylopektinu podobné amylóse. Molekuly jódu se spirálovitě navazují na řetěz amylósy. V druhém stádiu probíhá proces adsorpce jódu. U amylopektinu probíhá adsorpce jódu od začátku na nerovném povrchu silně rozvětveného polysacharidu, což zastíní chod procesu. Odstín zbarvení závisí od stavby a stupně rozvětvení polysacharidu [3].

3. 2. 3. *Hydrolýza škrobu*

Hydrolýza škrobu způsobuje kvantitativní přechod škrobu na α -D-glukapyranózu. Při kyselé hydrolýze škrobu vzniká glukóza a při enzymové hydrolýze škrobu vzniká maltóza. Na začátku hydrolýzy škrobu se projevuje velmi slabá redukční schopnost. Podle míry průběhu procesu se zvyšuje schopnost redukovat zásadité roztoky síranu měďnatého. V produktech hydrolýzy škrobu je možné pozorovat malé množství látek neuhlíkového charakteru. Tyto produkty je třeba považovat za příměsí, které při izolaci škrobu není možné odstranit. V hydrolyzátech je možné najít anorganické ionty, mastné kyseliny a dusíkaté látky [13].

4. Výroba škrobu

Jestliže mluvíme o výrobě škrobu, tak mluvíme o tzv. separaci škrobu z různých plodin, bohaté na škrob. Škrob tedy nevyrábíme, neboť rostliny si ho vyrábějí samy bez antropogenního zásahu. Komerční škrob je produkt, který vedle amylósy a amylopektinu obsahuje i neodstranitelné látky, jejich maximálně přípustné množství je stanoveno mezinárodními normami. V současné době se v České republice vyrábí škrob bramborový a škrob pšeničný [1].

Technologie výroby škrobu lze rozdělit do pěti základních částí. První část zpracování plodiny (suroviny) je přejímka, ukládání a čištění suroviny. Dále dochází k úpravě suroviny do stavu, ze kterého je možné škrob izolovat, poté dochází již k vlastní izolaci škrobu (vypírání), rafinace škrobu a nakonec předsoušení, sušení a finální úprava suchého škrobu [3].

4. 1. Bramborový škrob

Základní surovinou pro výrobu bramborového škrobu jsou bramborové hlízy. Průmyslové brambory obsahují 14 až 21% škrobu. Obsah škrobu je závislý na odrůdě brambor, agrotechnice, ochraně rostlin a počasí v době hlavní vegetace.

4. 1. 1. Charakteristika brambor

Brambory jsou hlíznaté plodiny z čeledi lilkovitých. Brambora jako bylina má hranatou, bohatě rozvětvenou lodyhu s krátkými chloupky. Listy jsou mírně ochlupené s drobnými žlázkami, řapíkaté, dlouhé 30 až 50 cm. Květy jsou nejčastěji bílé, růžové nebo fialové se sytě žlutými až oranžovými prašníky. Plody jsou zelené nebo žlutozelené bobule o průměru 2 až 4 cm obsahující bílá semena. Podzemní část je charakteristická svazčitými kořeny s hlízami rozmanitých elipsoidních až nepravidelných tvarů, nejčastěji s okrově žlutou až světle hnědou, u některých kultivarů červenou až červenofialovou pokožkou [11].

4. 1. 2. Výroba bramborového škrobu

Při výrobě škrobu se zpracovávají brambory zdravé, mechanicky a mikrobiálně nepoškozené. Schéma technologie výroby škrobu je uvedeno na obrázku č. 4. Brambory, odkoupené od zemědělců jsou skladovány na skládkách na 5-10 dnů. Během této doby je základním požadavkem účinná ochrana proti klíčení bramborových hlíz. Proto se skladuje při velmi nízkých teplotách a používá se inhibitor klíčení [12]. Ze skládky jsou poté dopravovány do škrobárny a po cestě zbavovány nečistot. Konečné dočištění se provádí ve žlabové hřeblové pračce. Před zpracováváním dochází na váze ke stanovení škrobnatosti brambor. Abychom mohli škrob izolovat, je třeba provést dezintegraci. Provádí se na struhácích, kde jsou brambory drceny vlivem hydrodynamických rázů ve dvou stupních. V prvním stupni získáváme tzv. bramborovou třenku a ve druhém stupni získáváme tzv. třeničku. Takto rozdrcený brambor pak padá do třenkové jámy, kde se zředí vodou a přidává se plynný SO₂

k zabránění tmavnutí. Před následujícím vypírání škrobu se odstředí hlízová voda, aby nedocházelo k zatížení odpadních vod. Tato hlízová voda se využívá na hnojení či krmení [1].

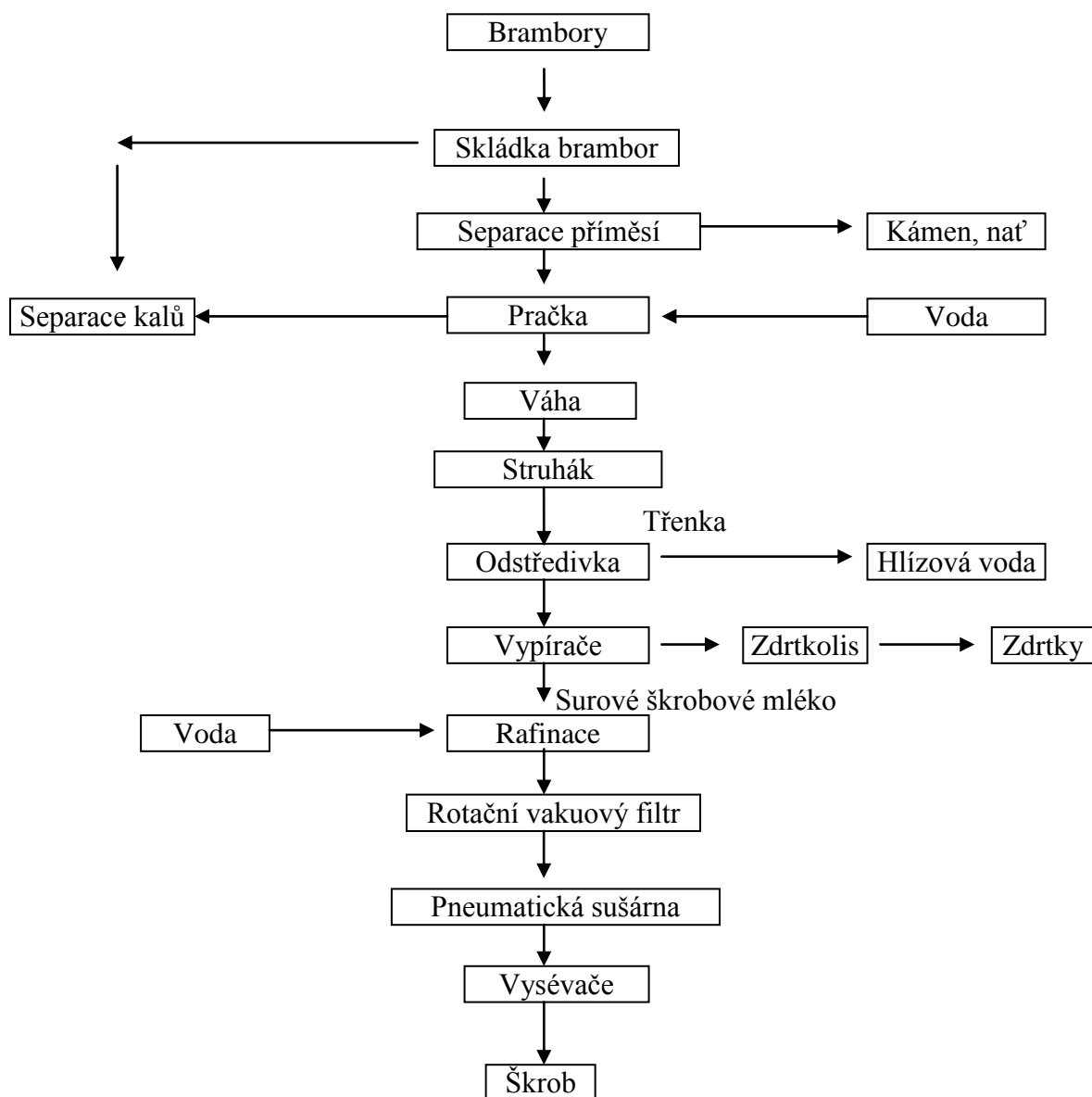
Vypírání škrobu se provádí na různých typech vypíračů, které se liší spotřebou vody. Podstatou vypíračů je otáčející se kónické síto s otvory 60 – 120 μm. Zde je třenka propíraná vodou a odstředivou silou posunovaná k okraji síta. Tímto procesem získáváme surové škrobové mléko a vypranou třenku, která po vylisování a vysušení je používána jako krmivo (tzv. zdrtky) [3].

Dále zpracováváme škrobové mléko, které obsahuje vodnou suspenzi škrobu a nečistoty. Tyto nečistoty je nutno odstranit tzv. rafinací. K rafinaci se používá celá řada zařízení, které jsou založeny na různých separačních principech. Rafinované škrobové mléko se předsuší. Provádí se to na vakuových filtrech, z nichž odchází škrob o vlhkosti 38-40%. Pro vlastní sušení škrobu se používají především pneumatické sušárny, kdy škrob sušen vzduchem o teplotě 140 – 160°C. Usušený škrob je na vysévačích zbavován případných slepenců a hrudek a nakonec balen do pytlů, obalů, plněn do autocisteren nebo skladován v silech [3].

4. 1. 3. Využití bramborového škrobu

Bramborový škrob se využívá v potravinářském odvětví a v průmyslovém odvětví. V potravinářství slouží škrob jako zahušťovadlo, plnidlo, náhrada tuků, stabilizátor emulzí a látka poutající vodu. Můžeme se s ním setkat i ve výrobcích studené kuchyně (majonézy, dressingy) při výrobě kečupů a tomatových omáček, marmelád, v instantních směsích (omáčky, polévky, náplně, krémy) či ve výrobcích zdravé výživy (extrudované výrobky). V mlékárenském průmyslu se využívá při výrobě zakysaných smetan, pomazánkových másel, jogurtů, omáček, tvarohových krémů, pudिंगů, tavených sýrů a pomazánek. Široké uplatnění získal také v masném průmyslu, a to při výrobě jemně mělněných výrobků, šunkových výrobků, uzených mas a obalových výrobků. Použití bramborového škrobu má své opodstatnění i v pekárenském průmyslu, zejména do pekařských náplní, krémů, slaných tyčinek a crackerů [6].

Jak již bylo zmíněno, bramborový škrob má uplatnění i v průmyslovém odvětví. V papírenském průmyslu se využívá při povrchovém klížení papíru a při lepení papírových sáčků a pytlů. V textilním průmyslu je využit při šlichtování a tužení. Je přidáván do směsi při výrobě tzv. škrobových lepidel[1]. Škrob je obsažen i ve směsi na výrobu pneumatik, a také ze škrobového plastu se vyrábí podložka pod zapisovatelnou část CD [14].



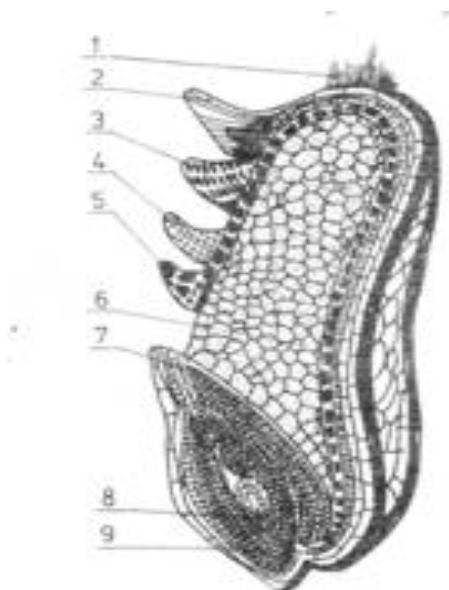
Obrázek č. 4: Schéma technologie výroby bramborového škrobu [1]

4. 2. Pšeničný škrob

Základní surovinou na výrobu pšeničného škrobu je pšeničná mouka. Pšenice je nejstarší plodinou na výrobu škrobu. Pšeničná mouka obsahuje průměrně 14% vody, 68,4% škrobu, 13,5% bílkovin, 1,5% tuku, 0,8% rozpustné sacharidy, 1,2% vlákniny a 0,6-0,8% popelu. Avšak ne všechny druhy pšenice se hodí na výrobu škrobu. Závisí to na škrobnatosti a na snadnosti oddělit škrob od lepku [3].

4. 2. 1. Charakteristika pšenice

Pšenice je jednoroční rostlina. Na obrázku č. 5 je znázorněna stavba pšeničného zrna. Na vrchní části zrna se nachází obrvení (1). Obalové vrstvy chrání zrna od vlivu vnějšího prostředí. Vnější obal se skládá ze tří vrstev buněk. První je prodloužená příčná buňka (2), pod ní se nachází rourkovitá buňka (3) a osemení (4). Pod osemením je aleuronová vrstva (5), která je zaplněna malými bílkovinnými tělísky. Tato vrstva neobsahuje škrob. Ve vnitřní části zrna je endosperm (6). Hlavní část endospermu se skládá z vnitřní části, která tvoří tenkostěnné buňky, zaplněné škrobovými zrny. Pod endospermem je štítek (7), který pevně váže endosperm s klíčkem (8). Štítek je bohatý na enzymy, které ulehčují přechod nerozpustných organických látek na rozpustné. V klíčku se nachází začátečný kořínek (9) [3], [11].



Obrázek č. 5: Podélný řez pšeničného zrna [3]

4. 2. 2. *Výroba pšeničného škrobu*

Základním parametrem pro výrobu škrobu je kvalita bílkovinné složky pšeničné mouky, která zaručuje dobré oddělení od škrobu při daném typu technologického postupu. Pšeničná mouka by měla dále obsahovat co nejvyšší podíl frakce A-škrobu (zrna $> 10\mu\text{m}$), málo mechanicky poškozených škrobových zrn a co nejméně ve vodě rozpustných anorganických a organických látek [1].

Předností výroby pšeničného škrobu je možnost celoročního provozu, dostupnost levnější suroviny a produkce vitálního lepku. Nevýhodou je oddělení kalového škrobu, který se využívá jako levná surovina pro krmivo a pro lihovarnický průmysl, někdy však bývá ohodnocen jako odpad. Výrobní postupy na izolaci škrobu lze rozdělit na vypírání škrobu z hustého těsta a na dělení řídkého těsta na speciálních dekantačních odstředivkách nebo na hydrocyklonech [1].

Vypírání škrobu z hustého těsta (tzv. Martinův způsob)

Tato technologie je ve světě považována již za zastaralou, i když v ČR je dosud jedinou používanou technologií. Pšeničná mouka je dopravovaná z mlýnů nejčastěji autocisternami do škrobárny a zde ukládaná v silech. Odtud je transportována pneumaticky, pásovými dopravníky nebo samospádem přes váhu do zásobní manipulační nádrže nad hnětačkou. Vlastní hnětění se provádí na kontinuálních hnětačích, kde se mouka smísí se 40-60% vody tak, aby vzniklé těsto mělo požadovanou konzistenci. Dále se těsto nechá na 10-20 minut odležet, aby mohlo být dokončeno nabobtnání lepku. Následuje vypírání těsta vodou, kdy dochází k oddělení lepku od škrobu a vlákniny. Provádí se obvykle ve dvou až třech kontinuálních žlabových vypíračích, a to protiproudým způsobem. Vypraný lepek vychází z poslední sekce koncového vypírače. Dále je po odvodnění a smíšení s částí vraceného suchého lepku šetrně usušen v ultrarotoru při cca 50°C . Vlastnosti získaného vitálního lepku jsou podobné vlastnostem lepku nativního. Takto získaný lepek se využívá v pekařství a v masném průmyslu při výrobě uzenin [1].

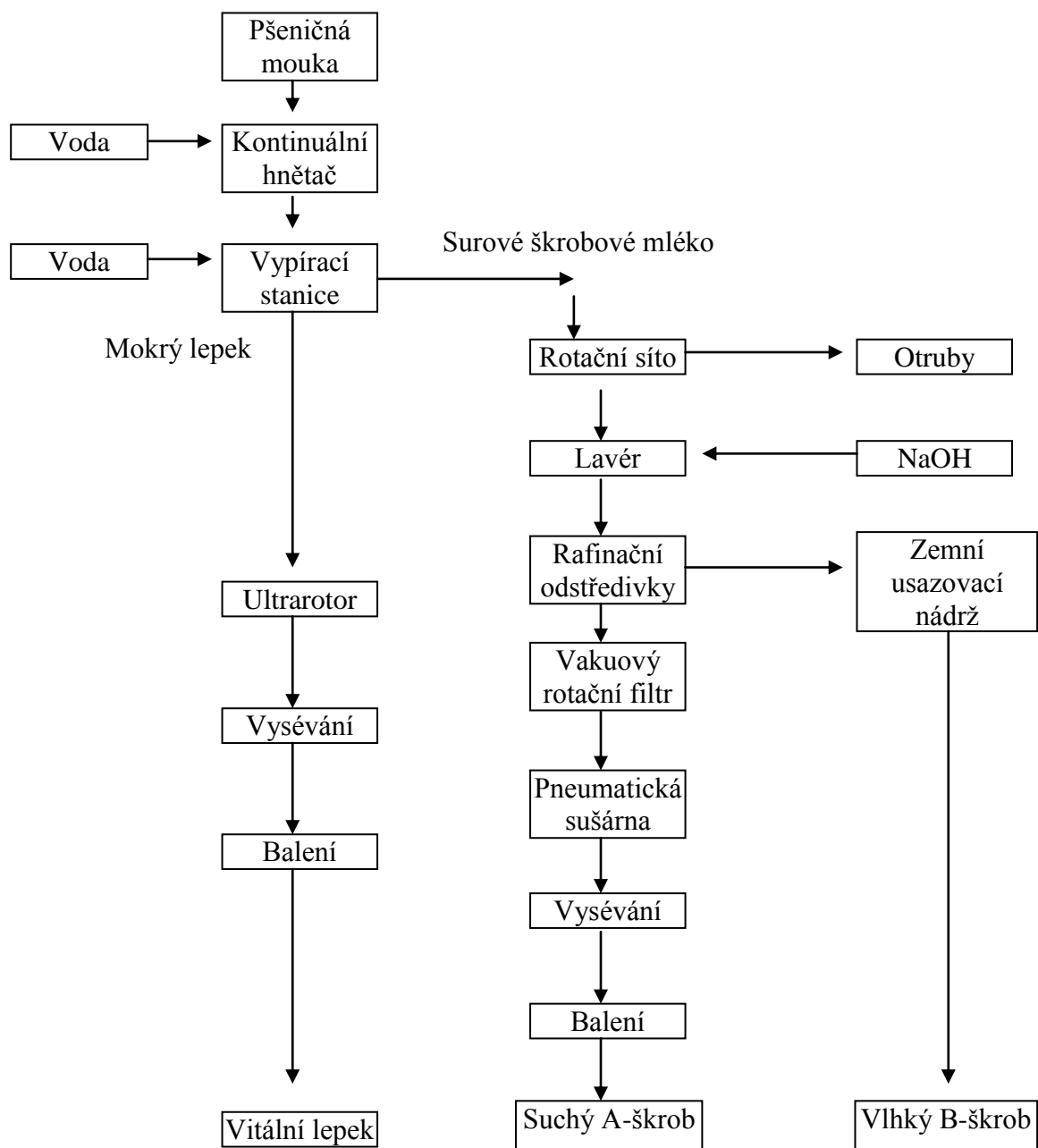
Z poslední sekce vypíračů odchází také surové škrobové mléko, ze kterého je na rotačních kónických sítích rafinací oddělována vláknina (otruby) a ta je dále zpracovávána na krmivo. Oddělení B-škrobu od A-škrobu (rafinace) je prováděno na rafinačních odstředivkách. Často bývá přidáván přídavek roztoku NaOH do škrobového mléka v lavérech. Tím dochází ke snížení obsahu N-látek ve finálním výrobku. B-škrob je uskladňován v zemních usazovacích nádržích, odkud je dodáván do lihovarů. Rafinované škrobové mléko je dále předsušeno na rotačních vakuových filtrech a po usušení v pneumatické sušárně a vysévání je distribuováno jako suchý pšeničný škrob. Schéma výroby pšeničného škrobu podle Martinova způsobu je zobrazeno na obrázku č. 6 [1].

Vypírání pšeničného škrobu z řídkého těsta na dekantačních odstředivkách

Granulovaná pšeničná mouka je v hydrodynamickém generátoru směřována s mírně zahřátou vodou na velmi řídké těsto. Toto těsto je poté na speciálních dekantačních odstředivkách rozděleno na surové škrobové mléko a bílkovinný koncentrát. Škrobové mléko je dále rafinováno na čistý A-škrob, který se suší a z bílkovinného koncentráту se lepek oddělí na obloukových sítích a dále zpracuje na lepek vitální. B-škrob a zbytky lepku jsou zpracovávány na krmivo [1].

Vypírání pšeničného škrobu z řídkého těsta na hydrocyklonech

Tato moderní technologie ukázala, že při průchodu hydrocyklonem dochází k samovolné koagulaci lepku v suspenzi pšeničné mouky. Tu je pak možno tímto způsobem rozdělit na směs A-škrobu s vlákninou a na směs B-škrobu a lepku. Vlastní A-škrob je před rafinací na hydrocyklonech oddělen od vlákniny na třístupňových sítích a dále předsušen a sušen na finální produkt. Vzhledem k vysoké recyklaci vypíracích a dalších technologických vod je dosahováno velmi nízké spotřeby vody na zpracovanou mouku [1].



Obrázek č. 6: Schéma Martinova způsobu výroby pšeničného škrobu [6]

4. 3. Kukuřičný škrob

Výroba kukuřičného škrobu se začala rozvíjet v Americe v 17. a 18. století, kde se dodnes kukuřičný škrob vyrábí ze tří druhů škrobářské kukuřice (běžná kukuřice, kukuřice vosková, kukuřice amylosová) lišící se složením a vlastnostmi škrobu. Kukuřice je cennou surovinou pro škrobářský průmysl, lihovarnictví a pro výrobu krmiv [3]. V současné době se v ČR kukuřičný škrob nevyrábí.

4. 3. 1. Charakteristika kukuřice

Kukuřice je jednoroční rostlina. Součástí kukuřičného zrna je klíček, ve kterém se soustředí podstatný obsah tuku, velká část bílkovin, enzymů, vitamínů a minerálních látek.

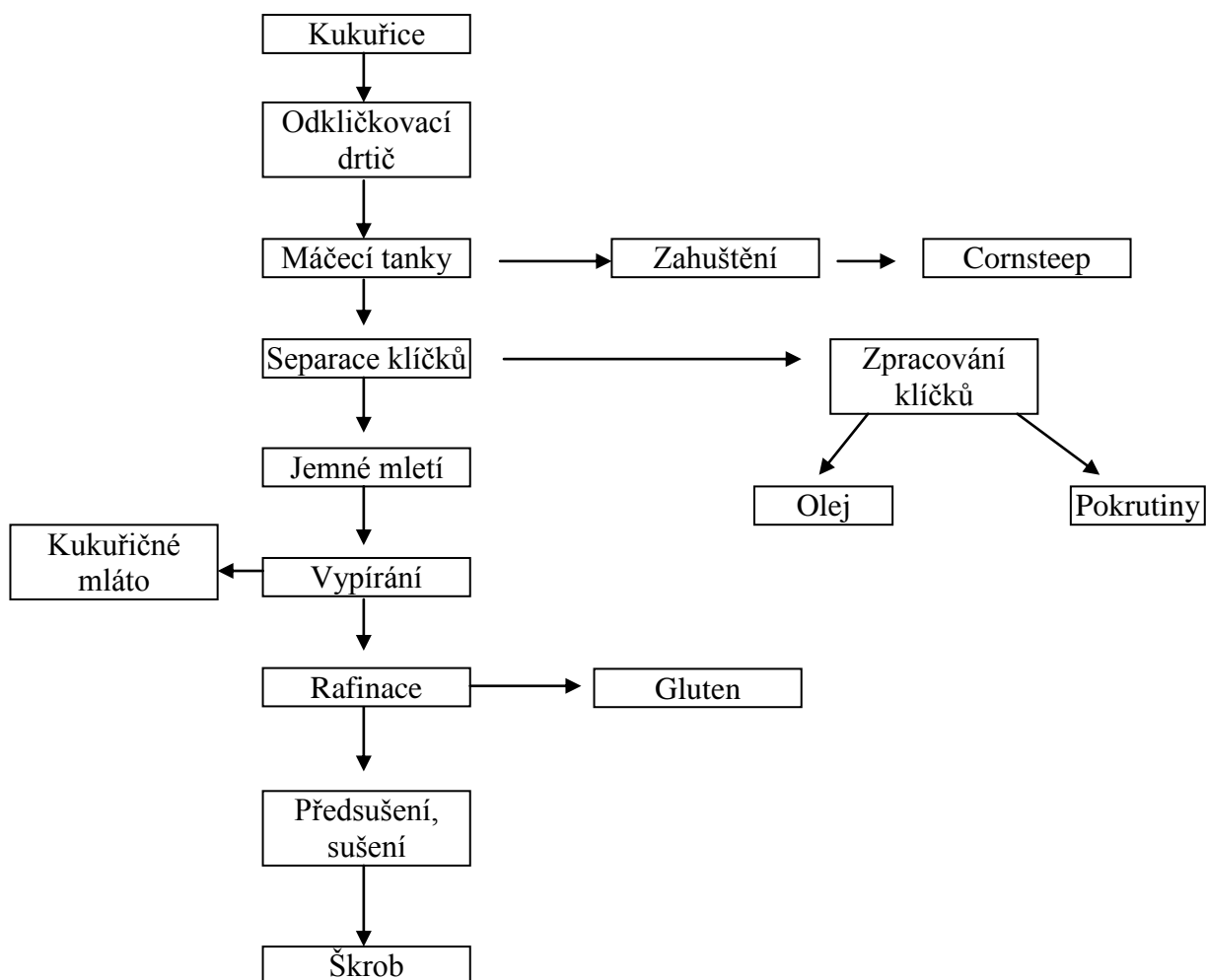
Při procesech formování a dozrávání se mění chemické složení zrna. Hromadí se škrob, tuk a obsah dusíkatých a minerálních látek se snižuje. Škrob je uložený v endospermu, který rozlišujeme na měkký a tvrdý [11]. Složení kukuřičného zrna je uvedeno v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2: Složení kukuřičného zrna [6]

	Obsah (%)
Bílkovina	8,2
Tuk	3,7
Vláknina	2,5
Škrob	69,1
Popeloviny	1,5
Voda	15,0

4. 3. 2. Výroba kukuřičného škrobu

Nejvíce rozšířeným způsobem výroby kukuřičného škrobu je tzv. kyselý, teplý a uzavřený technologický způsob. Vyčištěné kukuřičné zrno se nejprve protiproudě máčí v roztoku kyseliny siřičité (0,2%) po dobu 48 hodin při teplotě 50°C. Takto vzniklý kukuřičný výluh se zahušťuje na cornsteep (zahuštění mokrého kukuřičného zrna). Nabobtnalé, změkklé zrno se vede na hrubý drtič. Drť je po odseparování klíčků jemně mletá a je z ní vypírán škrob. Klíčky jsou lisovány a získává se z nich krmivo a cenný klíčkový olej. Sušené škrobové mléko se podrobuje vzhledem k vysokému obsahu bílkovin důkladné rafinaci, při které vystupuje jako cenný vedlejší produkt kukuřičný gluten. Rafinovaný kukuřičný škrob se dále předsouší a suší [8].



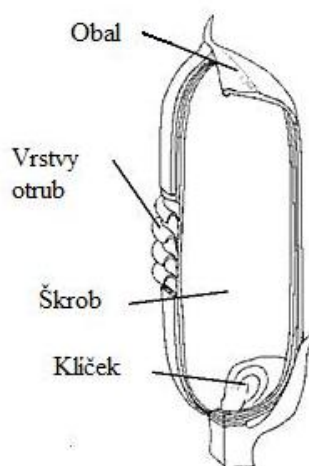
Obrázek č. 7: Schéma výroby kukuřičného škrobu[6]

4. 4. Rýžový škrob

Rýžový škrob je jemný bílý prášek, který je dražší než pšeničný a kukuřičný škrob. Má nejmenší velikost částic ze všech škrobů a také je známo, že je nejbělejší. Používá se v kojeneckých potravinách pro jeho výbornou stravitelnost a hypoalergenní vlastnost.

4. 4. 1. Charakteristika rýže

Rýže je jedna z nejdůležitějších a cenných zrnových kultur. Při zpracovávání rýže se získává mouka a zlomkové části rýže, které se používají jako surovina na izolaci rýžového škrobu [3]. Na obrázku č. 8 je ukázka stavby rýžového zrna. Na povrchu se nachází obal, uvnitř se nachází vnitřní endosperm naplněný škrobem, dále jsou na obrázku znázorněny vrstvy otrub a klíček.



Obrázek č. 8: Stavba rýžového zrna [11]

Rýžové zrna obsahuje hlavně sacharidy, malé množství jodu, železa, hořčíku, fosforu a téměř zanedbatelné množství bílkovin a tuku [11].

4. 4. 2. Výroba rýžového škrobu

Vzhledem na pevnou strukturu bílkovin ve škrobovém zrně, se škrob z rýže dostává máčením rýže v alkalickém prostředí. Rýže se čistí na sítích, kde se oddělují nečistoty. Takto očištěná rýže se máčí v roztoku NaOH v nádrži, kde se pomocí čerpadel cirkuluje alkalický roztok zesponu na vrch nádrže po dobu 10 hodin. Máčení se opakuje několikrát do té doby, než zrno nezměkne. Na urychlení máčení se používá teplá voda (40-50°C). Poté se namočené zrno mele s přidavkem roztoku NaOH v mléčím zařízení. Takto vytvořená suspenze se vede do nádrže s míchadlem, kde se pH upraví na hodnotu 10. Poté se suspenze vede na síta, ze kterých se nadsítný produkt vede znovu na drcení. Po druhém drcení následuje zpracování produktu na sítích s přemýváním. Poté dochází k odvodňování produktu ze síta a k jeho sušení. Tento produkt se využívá jako krmivo. Škrobová suspenze se zpracuje v odstředivkách, ve kterých se oddělí kapalný podíl s bílkovinami. Škrob z odstředivek se dále omývá, odvodňuje na podtlakovém filtru, suší v pneumatické sušárně a nakonec se balí [1].

5. Výrobky ze škrobu

Škrob jako takový je dnes využíván minimálně. Je brán jako výchozí surovina pro produkci výrobků ze škrobu. V současné době je v celosvětovém měřítku vyráběno několik tisíc druhů výrobků ze škrobu. Tyto výrobky dělíme dle chemických, fyzikálních a biochemických reakcí ve škrobovém zrně, a které se průmyslově využívají na další technologické postupy (frakcionace škrobu, modifikované škroby, substituované škroby, technické dextriny a hydrolyzáty škrobu).

Frakcionace škrobu

Jedná se o technologické postupy, kterými je škrob rozdělován na amylosu a amylopektin. Ke hrubé frakcionaci se používá postup, kdy je amylosa při teplotě 60-70°C extrahována

z nabobtnalých škrobových zrn. Získat amylosu ze škrobových zrn lze také tzv. vysolováním, tj. srážení amylosy řadou vhodných elektrolytů. Tento způsob je však nákladný a nenabyl širší průmyslové využití. Rozvíjí se další perspektivní směr k získání amylosy a to vyšlechtění speciálních plodin, jejichž škrob je tvořen výhradně amylosou či amylopektinem.

5. 1. Modifikované škroby

Modifikace škrobu se provádí chemickou cestou, kdy získáváme degradované (odbourané) škroby nebo škroby oxidované, nebo pomocí enzymů za vzniku maltodextrinů, anebo fyzikální cestou, kterou se připravují termicky upravené škroby [2].

Chemicky degradované škroby

Modifikace se provádí v suspenzi škrobu s přídavkem minerálních kyselin nebo solí za mírně zvýšené teploty (35-52°C) po dobu 2-10 hodin. Cílem této modifikace je slabá hydrolýza škrobu a výsledkem je snížení viskozity vodných disperzí škrobu, zvýšení rozpustnosti a změna průběhu mazovatění. Tyto úpravy se provádějí jako předběžná operace před hlavní modifikací anebo jsou využity dále pro průmyslovou výrobu želírujících škrobů, které za horka vytvářejí nízkoviskózní vodné roztoky i při vyšších koncentracích, které po ochlazení vytváří pevný gel.

Enzymově degradované škroby

Při enzymové modifikaci používáme zmazovatělý škrob, na který působíme α -amylosou při určité teplotě a pH. Po inaktivaci enzymu, rafinaci odstředěním a usušením vzniknou mírně hydrolyzované škroby, které nazýváme maltodextriny. V důsledku snížení polymeračního stupně mají nižší viskozitu a jsou rozpustné ve vodě za normální teploty.

Oxidované škroby

Oxidací škrobu lze připravit želírující škroby, které vytvářejí pevné a stabilní gely. Oxidační reakce škrobu jsou dvojího typu a to neselektivní, kdy jsou oxidovány jak primárně tak sekundárně alkoholové skupiny a selektivní oxidační reakce, kdy je oxidován pouze jeden typ skupin. Průmyslový význam mají především reakce neselektivní, kdy v kyselém prostředí oxidujeme peroxidem vodíku a v alkalickém prostředí oxidujeme chlornanem sodným [1].

Termicky modifikované škroby

Podstatou této modifikace je působení tepla nebo kombinací záhřevu a mechanického namáhání. Princip je založen na odstranění hydratační vody ze škrobového mazu, aby nedošlo k obnovení vodíkových můstků, tím zůstávají hydroxylové skupiny volné. Takto modifikované škroby lze hydratovat ve studené vodě za vzniku koloidního roztoku nebo past.

Substituované škroby

Substitucí v molekulách škrobu lze upravit jeho hydratační vlastnosti, disperzní stabilitu a chemické vlastnosti. Při výrobě substituovaných škrobů je třeba pracovat při teplotách do cca 60°C a poskytnout dostatečnou dlouhou dobu, aby činidlo proniklo do co největšího objemu škrobového zrna.

5. 2. Technické dextriny

Technické dextriny se vyrábějí pražením suchého škrobu za přítomnosti kyselin a soli. Nejprve je škrob smíchán s katalyzátorem za stálého míchání a po alespoň 12 hodinovém odležení je předsušen. Následuje vlastní pražení při teplotách 110-180°C. Doba pražení se řídí požadovanými vlastnostmi dextrinu. Po ukončení pražení je provedeno co nejrychleji ochlazení na teplotu pod 100°C. Poté dochází k vlhčení na obsah vody 10-12% a na závěr

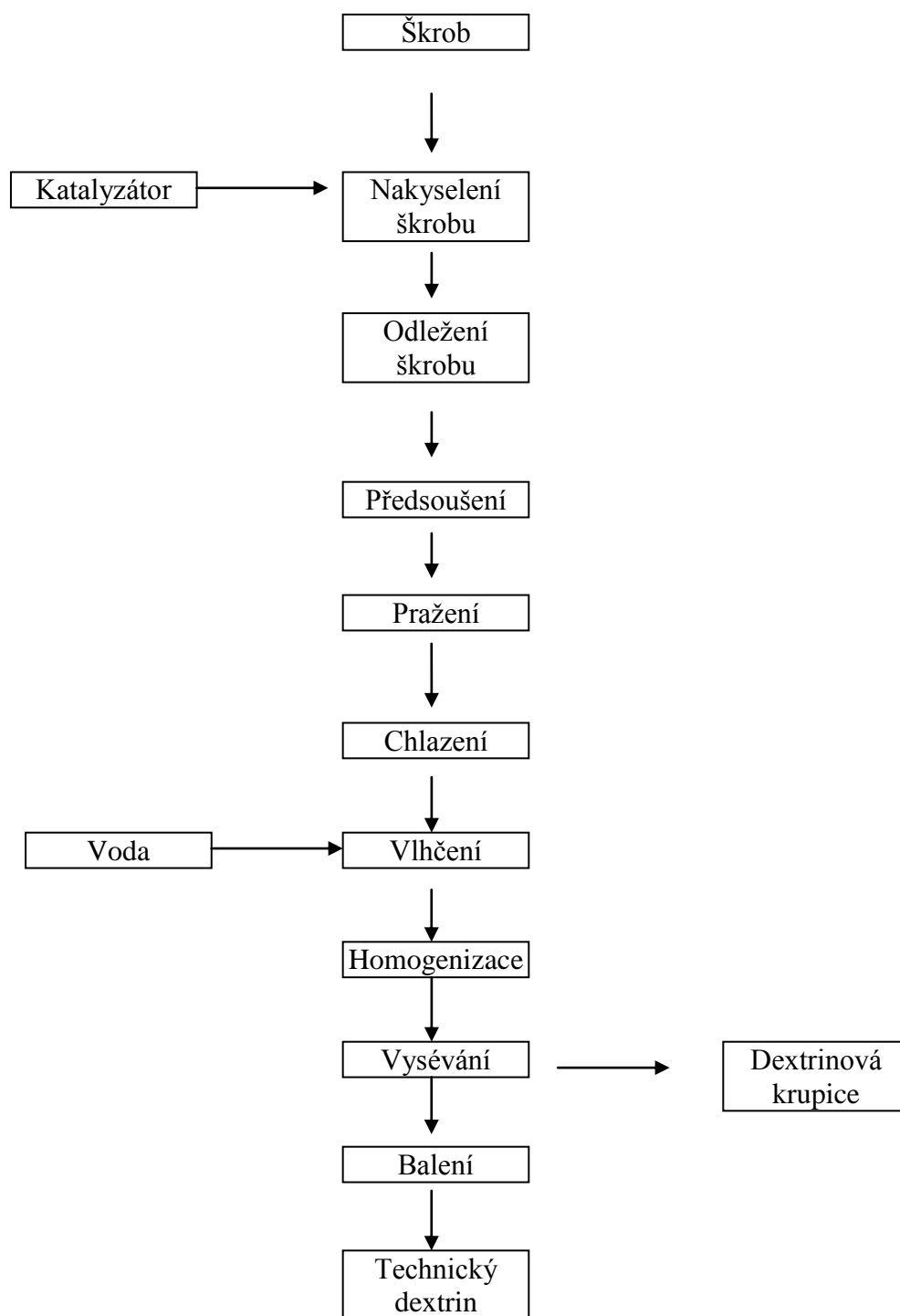
homogenizace, vysévání. Vysévání odděluje od kvalitního technického dextrinu všechny hrubší částice. Technický dextrin je poté balen do přepravních obalů [1].

Technické dextriny lze rozdělit do čtyř základních druhů (viz tabulka č. 3). Při výrobě dextrinů je důležitým aspektem bezpečnost práce, jelikož dextriny patří do skupiny vznětlivých a výbušných prachů [2].

Tabulka č. 3: Přehled charakteristik základních druhů technických dextrinů [2]

Charakteristika	Druh dextrinu			
	Bílý	Světle žlutý	Žlutý	Žlutohnědý
Přibližná teplota pražení (°C)	Do 130	Do 150	Do 160	Do 180
Molekulová hmotnost	$20 \cdot 10^3$ - $30 \cdot 10^3$	2000-15000	3000-8000	Cca 2000
Rozpustnost ve studené vodě (%)	30-70	cca 95	cca 97	98-99
Barva komplexu s jodem	Modrofialová	Červenofialová	Červená	Nebarví se
pH	1,8-2,2	Cca 2,5	Cca 2,9	3,0-4,0
Viskozita	klesající tendence			

Dextrin je výsledným produktem tepelně-chemického zpracování škrobu. Dextriny se rozdělují podle barvy na bílý a žlutý. Bílý dextrin má vlastnost rozpuštět se i ve studené vodě. Žluté dextriny mají stoprocentní rozpustnost ve vodě [15].



Obrázek č. 9: Schéma výroby technických dextrinů [2]

6. Využití výrobků ze škrobu

Výrobky ze škrobu se využívají z 50-70% pro potravinářský průmysl a zbytek nalézá využití v mnoho dalších průmyslových odvětvích.

6. 1. Potravinářský průmysl

Největší využití v potravinářském průmyslu mají modifikované škroby a substituované škroby. Z amylosy jako produktu frakcionace škrobu se vyrábějí jedlé obaly potravin.

Mlékárenský průmysl

V mlékárenském průmyslu se využívají kombinace termicky modifikovaných a enzymově odbouraných škrobů jako zahušťovadla a stabilizátory. U tzv. termixů se používají termicky modifikované škroby nebo směs zesítěného a enzymově odbouraného škrobu. Do mražených smetanových krémů se jako mrazuvzdorné stabilizátory přidávají oxidované škroby [6].

Pekárenský průmysl

Při výrobě chleba a pečiva s prodlouženou trvanlivostí se přidávají termicky modifikované škroby. Pro zvýšení elasticity lepkové složky pekařsky slabých mouk se uplatňují oxidované škroby se zvýšeným obsahem aldehydických skupin. Termicky modifikované pšeničné škroby se také uplatňují k zahušťování náplní koláčů a buchet [6].

Výroba cukrovinek

Při výrobě čistého škrobového želé je jednou ze surovin hydratizovaný kukuřičný škrob. Oxidovaný škrob se používá při výrobě želé, avšak bývá nahrazen cca 30% želatiny [1].

Konzervářský průmysl

Škroby amylopektinového typu a zesítné škroby se využívají jako zahušťovadla do kečupů a marmelád. Jako vodovazné prostředky pro mrazírenské účely se používají škroby amylopektinového typu nebo mírně enzymově odbouraný zesítný škrob, který nevykazuje retrogradaci ani při několikanásobném hlubokém zmražení pod -20°C . Nízkorozpustné dextriny se používají pro úpravu textury předsmažených zmrazených výrobků (hranolky, krokety) [1].

Ostatní potravinářské využití

Termicky modifikované bramborové škroby lze využít v cukrovarnictví jako flokulanty při čištění cukerných šťáv. Pro výrobu nízkoenergetických majonéz se místo oleje používají termicky a enzymově modifikované škroby, které jsou využívány také jako zahušťovadla a vodovazné prostředky pro výrobu instantních a dehydratovaných potravin. Jako náhrada sacharosy při výrobě nealko nápojů, ovocných sirupů a džemů používají škrobové sirupy [2].

6. 2. Jiná průmyslová odvětví

Papírenský průmysl

Suché nativní škroby se používají pro klížení ve hmotě. Tzv. postřík během tvorby listu se skládá ze suspenze nativního pšeničného či kukuřičného škrobu nebo škrobů modifikovaných se sníženou teplotou mazovatění. Pro zlepšení povrchové vlastnosti papíru se používají při povrchovém klížení škroby oxidované NaClO nebo škroby enzymově odbourané [1].

Textilní průmysl

Oxidované škroby se využívají pro úpravu bavlněných a viskózovitých nití před vlastním tkaním. Směs oxidovaných škrobů se také využívá na výrobu textilních lepidel. Do textilních barviv jako zahušťovací prostředek se využívá karboxymethylether škrob a ke konečné úpravě textilií se používají nativní škroby, dextriny a termicky upravené oxidované škroby [16].

Výroba lepidel

Na výrobu lepidel se používají oxidované, termicky upravené škroby, technické dextriny a acetáty škrobu. K výše uvedeným přísadám se přidávají různé látky anorganické a organické [1]. Škrobová lepidla se používají nejen k lepení párových produktů, ale také skla a dalších materiálů. Dextrinová lepidla nacházejí své uplatnění v knihařství [15].

Ostatní použití

Škrobové fosfáty jsou součástí omyvatelných omítek. Vodovazná vlastnost karboxymethyletheru škrobu se využívá při výrobě hygienických výrobků. Kationaktivní škroby a termicky upravené škroby se uplatňují jako flokulanty při čištění odpadních vod. Ve farmaceutickém průmyslu se modifikované škroby používají jako pojivo [1].

Bioplasty a biotašky

Novinka výrobků ze škrobu jsou také tzv. biotašky, které jsou vedle papírových a látkových tašek méně škodlivé životnímu prostředí. Při kompostování se využívají kompostovatelné pytle, které jsou vyrobené z bramborového škrobu. Škrob je základní jednotkou pro výrobu tzv. bioplastů a již zmiňovaných biotašek a to díky obnovitelnému charakteru škrobu. Škrob má chemické vazby, které se působením enzymů velice snadno štěpí, velmi rychle se v přírodě rozkládá, a pro životní prostředí tedy nepředstavuje žádnou zátěž. Po použití se tyto bioprodukty rozloží na skládce či kompostu a nezatěžují přírodu,

ale vracejí se do koloběhu živin v půdě na rozdíl od současných plastových obalů, které nesmírně zatěžují životní prostředí kvůli své dlouhé době rozkladu a jejichž likvidace po použití není snadná [16], [17].

7. Závěr

Má bakalářská práce je zaměřena na základní vlastnosti škrobu, zdroje škrobu a jeho využití. Mezi nejdůležitější témata, kterým jsem se věnovala, bylo získávání škrobu z brambor, kukuřice, pšenice a rýže. Technologické postupy získávání škrobu z těchto plodin jsou složité a je jich mnoho, proto jsem vybrala ty nejvýznamnější a nejčastěji používané. Zaměřila jsem se také na výrobu modifikovaných škrobů a technických dextrinů, které se využívají v mnoha průmyslových a neprůmyslových odvětvích.

Škrob jako nativní látka je již známá po mnoha století a vývoj technologie získávání škrobu z přírodních plodin trval několik století. V dnešní době již můžeme z nativního škrobu vyrobit suroviny pro další zpracování na finální produkt. Jedna z důležitých podmínek v dnešním světě je ekologická a šetrná výroba vzhledem k životnímu prostředí, a proto se vždy vybírají ty technologie, které jsou energeticky nenáročné a využívají recyklaci veškerých odpadních produktů.

Z nativního škrobu se chemickou cestou vyrábí modifikované, degradované, oxidované škroby anebo cestou fyzikální termicky modifikované škroby. Všechny tyto modifikované škroby mají zachovanou alespoň jednu původní vlastnost škrobu. Modifikované škroby se používají jako zahušťovadla, emulgátory a stabilizátory.

Z praženého suchého škrobu vznikají technické dextriny. Jejich uplatnění je hlavně v lepidlářství. Jako pojivo se používá technický dextrin při výrobě žáruvzdorné keramiky, při výrobě zápalek a brusných kotoučů. Slouží také jako zahušťovací prostředek při výrobě barev.

V dnešní době je škrob využit nejen v potravinářském průmyslu, ale také lze z něho vyrábět bioplasty, které při rozkladu nezatěžují životní prostředí.

8. Použitá literatura

- [1] KADLEC, P., BUBNIK, Z., ČOPIKOVÁ, J., HRUŠKOVÁ, M., PŘIHODA, J., BOHAČENKO, I. a VYDROVA H. *Technologie sacharidů*. Skripta VŠCHT Praha, ISBN 80-7080-400-9
- [2] KODET, J., BABOR, K. *Modifikované škroby, dextriny a lepidla*. 1. vydání Praha: Nakladatelství techn. lit., 1991
- [3] TREGUBOV, Nikolaj, et al. *Technológia škrobu a výrobkov zo škrobu*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1986. 484 s.
- [4] VILIKOVSKÝ, V. *Škrobařství a sušarenství*. 1. vydání Praha: Nakladatelství techn. lit., 1990
- [5] CESK a.s. *Frigomat* [online]. 2007 [cit. 2009-04-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.frigomat.cz/poradime/recepty/psenicna-mouka-skroby/>>.
- [6] Technologie škrobu. *Přednášky* [online]. 2007 [cit. 2009-04-18]. Dostupný z WWW: <http://kalch.upce.cz/add_on/potech10.pdf>.
- [7] KOPÁČOVÁ, Olga. Balení prodlužuje dobu údržnosti pekařských výrobků. *Agroнавигатор* [online]. 2004 [cit. 2009-04-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=418&ch=13&typ=1&val=27106>>.
- [8] INGR, I. a kolektiv: Zpracování zemědělských produktů. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 2001
- [9] Oligosacharidy a polysacharidy, Problematika přírodních látek [online], [cit. 2009-04-18]. Dostupný z WWW: <http://naturstoff.sweb.cz/chemdir/polysach.html>

- [10] PELIKÁN, M., SÁKOVÁ, L.: Jakost a zpracování rostlinných produktů. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice, 2001
- [11] *Wikipedia* [online]. 2009 [cit. 2009-04-18]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Brambora>>.
- [12] Výzkum technologií při skladování brambor. *Agris* [online]. 2009 [cit. 2009-04-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.agris.cz/zpravodajstvi/detail.php?id=162672&iSub=518>>.
- [13] HORVÁTHOVÁ, Viera, GODÁNY, Ondrej, ŠTURDÍK, Ernest. Hydrolýza kukuřičného škrobu rekombinantnou termostabilnou α -amylázou. *Univerzita Sv. Cyrila a Metoda v Trnavě*. 2004, s. 13. Dostupný z WWW: <http://fpv.ucm.sk/katedry/biotechnolog/journal_nova_biotechnologica/revue_nova_biotechnologica_4_1/09_Horvathova.pdf>.
- [14] Využití bramborového škrobu. *Vaření* [online]. 2008 [cit. 2009-04-02]. Dostupný z WWW: <<http://www.vareni.cz/trendy/vyuziti-bramboroveho-skrobu/>>.
- [15] *Lyckeby Amylex* [online]. 2006 [cit. 2009-04-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.lyckeby.cz/cz/skrob/>>.
- [16] OBRUČA, Stanislav. Bioplasty – materiály budoucnosti I. *Inovace* [online]. 2007 [cit. 2009-04-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.inovace.cz/for-business/inovace-v-oborech/chemie-a-plasty/clanek/bioplasty---materialy-budoucnosti/>>.
- [17] *HBABio* [online]. 2008 [cit. 2009-04-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.hbabio.cz/homecz.html>>.